

## **Determinación de la presencia de flavonoides en el extracto de las hojas de frutipan (*artocarpus altilis*) responsables del proceso de cicatrización de heridas**

### **Determination of the presence of flavonoids in the extract of frutipan leaves (*artocarpus altilis*) responsible for the wound healing process**

Paúl Stalin Ricaurte Ortiz<sup>1</sup>; Jorge Reinaldo Angulo Cornejo<sup>2</sup>;  
Jorge Nicolás A. Papanicolau Denegri<sup>3</sup>; Luis Fernando Arboleda Alvarez<sup>4</sup>  
{pricaurte@unach.edu.ec; janguloc@unmsm.edu.pe;  
npapanicolaud@unmsm.edu.pe; luisf.arboleda@epoch.edu.ec}

**Fecha de recepción:** 10 de septiembre 2020 — **Fecha de aceptación:** 20 de noviembre de 2020

**Resumen:** Las plantas cuentan con una serie de compuestos bioactivos que favorecen a la salud de las personas entre ellas están los polifenoles, en especial los flavonoides y sus principios activos, que ayudan a tratamientos médicos además de ser coadyuvante de la cicatrización de heridas. El conocimiento ancestral en las comunidades indígenas del Ecuador se han utilizado una serie de plantas para el tratamiento de heridas entre ellas a las hojas de frutipan (*Artocarpus altilis*), se realizó un estudio fitoquímico evidenciando la presencia de compuestos bioactivos de interés biológico especialmente la presencia de flavonoides, que por su efecto antimicrobiano y antiinflamatorio, se podría desarrollar y elaborar nuevos productos para uso terapéutico y medicinal, aprovechando de manera agroindustrial un producto natural con efecto eficiente y dejando de lado el uso de medicamentos sintéticos.

**Palabras clave —** *Flavonoides, extracto, artocarpus altilis, compuestos bioactivos, cicatrización.*

**Abstract:** Plants have a series of bioactive compounds that favor people's health, among them are polyphenols, especially flavonoids and their active principles, which help medical treatments in addition to being an aid to wound healing. The ancestral knowledge in the indigenous communities of Ecuador has used a series of plants for the treatment of wounds among them to the leaves of frutipan (*Artocarpus altilis*), the photochemical study was carried out evidencing the presence of bioactive compounds of biological interest, especially the presence of flavonoids, which due to their antimicrobial and anti-inflammatory effect, could be developed and elaborated new products for therapeutic and medicinal use, taking advantage of a natural product with efficient effect in an agro-industrial way and leaving aside the use of synthetic medicines.

**Keywords —** *Flavonoids, extract, artocarpus altilis, bioactive compounds, healing.*

<sup>1</sup>Ingeniero en Alimentos, Magíster en Industrias Pecuarias Mención en Industrias de la Carne.  
Universidad Nacional de Chimborazo.

<sup>2</sup>Doctorado en Ciencias Químicas.  
Docente de la UNMSM Lima-Perú.

<sup>3</sup>Economista, Magíster en Gestión de Operaciones y Servicios Logísticos.  
Docente en la San Juan Bautista - UNMSM.

<sup>4</sup>Ingeniero Agroindustrial, Magíster en Pequeñas y Medianas Empresas Mención Finanzas.  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

#### **Cómo citar:**

Ricaurte Ortiz, P. S., Angulo Cornejo, J. R., Papanicolau Denegri, J. N., & Arboleda Alvarez, L. F. (2021). Determinación de la presencia de flavonoides en el extracto de las hojas de frutipan (*artocarpus altilis*) responsables del proceso de cicatrización de heridas. Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación, 5(38), 37-47. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol5iss38.2021pp37-47>

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la población tiene la tendencia a utilizar productos naturales y económicos para el tratamiento de heridas, en vez de adquirir productos sintéticos con altos costos que limitan su uso en todos los estratos sociales, en especial si existen costumbres ancestrales, como lo indica el Organismo Andino de Salud – Convenio Hipólito Unanue (2014), manifestó que “en todos los pueblos, desde los más primitivos hasta los más avanzados, el ser humano siempre ha utilizado las plantas en su alimentación, así como en el campo curativo físico y espiritual” (p.32). Tienen más confianza en las plantas medicinales y conocen sus características de cada una de ellas, los mismos años posteriores han sido corroborados con las investigaciones realizadas por los científicos. La contribución es que existan productos alternativos para el tratamiento y curación de heridas que permitirá a la población contar con un medio sustituto para la curación de esta, el mismo que cumplirá con los estándares requeridos. El aporte es de expansión ya que brinda la posibilidad de utilizar plantas medicinales curativas.

Según Mengarelli et al (2014) aportaron que existen distintos tipos para la curación de las heridas están “los apósitos o gasas, parches, colágena y polivinilpirrolidona, la aplicación de piel cultivada que puede ser sintética, animal o humana y, en caso de que la herida comprometa al tejido de manera importante se utilizan injertos y colgajos” (p.1371); lamentablemente estas no tienen que ser colocadas si ya hay una infección, ya que generan un olor desagradable que pueda genera una costra dentro de la herida y se genere una infección que se convierta en generalizada, hay que seguir protocolos para el retiro como el ser humedecidos por los bordes.

El problema de la investigación: ¿De que manera la presencia de flavonoides en el extracto de las hojas del frutipan permitirá la curación de heridas?

El objetivo: Determinar la presencia de flavonoides en el extracto de las hojas del frutipan que permitirá la curación de heridas

La hipótesis: Existe la presencia de flavonoides en el extracto de las hojas del frutipan que permite la curación de heridas

Por último, existen diversos insumos naturales, que permiten de una manera efectiva curar las heridas y que les permitan determinar cual es la mejor alternativa.

## MARCO TEÓRICO

Como se ha manifestado, existe las tradiciones que han ido pasando de generación en generación, entre ellas está la curación con productos naturales, que son de las plantas medicinales como lo indica la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2013) la medicina tradicional parte de una sumatoria “de los conocimientos teóricos y prácticos explicables o no, utilizados para el diagnóstico, prevención y supresión de trastornos físicos, mentales y sociales basados en la experiencia y la observación, que han sido transmitidos verbalmente de una generación a otra” (p.7), que cada vez se han ido especializando con los avances tecnológicos. Añade Ehsan et al (2012) al manifestar que son insumos que van a aliviar un malestar o dolencia que tenga una persona y que existen en diversas presentaciones. Hernández et al (2007) han señalado los valores terapéuticos y los beneficios que tienen las plantas para las curaciones, las mismas que están dados por “una gran variedad de metabolitos secundarios

(alcaloides, esteroides, flavonoides, entre otros), los cuales son mecanismos de defensa hacia factores de estrés biótico y abiótico” (p.72) que son parte esencial para las curaciones que se requieran.

Gómez, et al (2009), señala que las plantas medicinales son el reemplazo de las farmacéuticas entre ellas está el *Artocarpus altilis*, que ha servido y sirve a las comunidades para su tratamiento de enfermedades, las mismas que tienen un bajo costo con relación a los productos de marcas al igual que los genéricos.

Cerón (2006), agrega que el interés actual por la búsqueda de alternativas terapéuticas, así como el conocer y dar a conocer las bondades de las plantas medicinales, tiene sus raíces en la insatisfacción hacia la medicina convencional, tanto por su falta de éxito en la cura de algunas enfermedades.

Según Kamal et al (2012) manifestaron que “El género *Artocarpus* se caracteriza por producir un gran número de metabolitos secundarios, y es rico en fenilpropanoides, específicamente flavonoides y flavonas” (p.52), lo que permite ser un insumo importante para la elaboración del gel.

En la tabla 1, se aprecia las características del *Artocarpus altilis*.

**Tabla 1.** Taxonomía y Morfología *Artocarpus altilis*

<b>Reino:</b>	<b>Plantae phylum</b>
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsidae
<b>Subclase:</b>	Hamamelidae
<b>Orden:</b>	Urticales
<b>Familia:</b>	Moraceae
<b>Género:</b>	<i>Artocarpus</i>
<b>Especie:</b>	<i>Altilis</i>
<b>Nombre científico:</b>	<i>Artocarpus altilis</i>
<b>Nombres comunes:</b>	Breadfruit (ingles), árbol de pan, fruta de pan (español).

*Fuente: Ragone (2006)*

Gómez et al (2009) señala que se le llama árbol de pan “por su sabor semejante al pan, y porque en algunos países tropicales es usado como sustituto de este producto” (p.143) que sirve de alimento en las comunidades y es parte de su dieta alimenticia con un alto porcentaje de carbohidratos, calcio y vitaminas.

Crane y Balerdi (2000), señalan que el tamaño del árbol bordea entre los 15 a 30 metros, eso va a depender de la zona que sea sembrado, que son en áreas tropicales.

De acuerdo con el artículo de Ansaloni et al (2010) manifiesta que en el interior “su pulpa es pastosa y escasa en el fruto de pan con semilla, pero con un aroma dulzón, en este fruto con semilla, se pierde la pulpa, pero es muy aprovechada la misma que también es apta para la alimentación” (p.93).

Como se aprecia hay carnosidad en su parte interna, la misma que es aprovechada para la alimentación y se cosechan en gran abundancia.

En el aspecto medicinal Medina (2014) indica que “el látex y la corteza de esta planta, tienen varios usos medicinales tradicionales, es utilizado para dar masajes en la piel y tratar los dolores de huesos y esguinces, además ayuda para aliviar la ciática” (p.73). Asimismo, Tenorio (2014) señala que “el látex diluido se toma para el tratamiento de la diarrea, dolores estomacales y disentería” (p.113). Otro de los factores que evalúan las comunidades es las lejanías de las postas médicas, por eso prefieren también curarse ellos mismos.

Con respecto a la extracción mecánica Miranda y Cuéllar (2001) indica que “consiste en ejercer presión sobre el material vegetal y así obtener el zumo vegetal, en el que se encuentran disueltos los principios activos, también mediante cortes o incisiones en el vegetal para que caigan los fluidos de la planta” (p.58). Este es el primer proceso que se debe realizar, el segundo consiste en la destilación Kuklinski (2000), señala que es el proceso de evaporizar “una sustancia, para posteriormente condensar sus vapores y recogerlas al estado líquido. Esta técnica se base en la diferencia de la volatilidad de los componentes del extracto, lo que ayuda a separar los compuestos volátiles de otros menos volátiles” (p.117). Con lo cual se extrae los flavonoides.

Entre las propiedades de las hojas del frutipan está la propiedad antimicrobiana Bermúdez et al (2005), realizaron un estudio que tuvo como objetivo evaluar las propiedades antibacterianas comparativas muestras de corteza de *Artocarpus heterophyllus*, *Artocarpus hirsutus* y *Artocarpus altilis* Los resultados obtenidos indicaron que poseen una potente actividad antibacteriana contra *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. typhi* y *B. subtilis*.

En el estudio realizado por Vasugi et al (2012), se obtuvieron varios extractos y fueron examinados para determinar sus actividades antibacterianas y antifúngicas Los extractos ensayados mostraron una actividad moderada a buena frente a las bacterias y hongos seleccionados en comparación con el fármaco estándar, amoxicilina y fluconazol, respectivamente.

Jurjus et al (2007), Investigaron la actividad antimicrobiana del extracto de hojas *Artocarpus altilis* y concluyeron que efectivamente posee actividad antimicrobiana.

Jagtap y Bapat (2015), evaluaron el contenido de antioxidantes, fenoles totales y flavonoides y actividades antimicrobianas del *Artocarpus altilis* (fruta del pan): contra microorganismos patógenos: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus cereus*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia* y *Candida albicans*. Se estableció que existe una correlación entre los ensayos de actividad antioxidante, la actividad antimicrobiana y el contenido fenólico. Los resultados muestran que los extractos de fruta de *Artocarpus altilis* prometen actividades antioxidantes y tienen bioactividades potenciales debido al alto contenido de compuestos fenólicos.

Castro (2013), realizaron estudios in vitro para evaluar los potenciales antioxidantes, eliminadores de radicales e inhibidores de arginasa del extracto del *Artocarpus altilis*, Los extractos de *A. altilis* son potentes agentes antioxidantes

Juro et al (2010), determinaron la presencia de Flavonoides del *Artocarpus altilis*: actividades antioxidantes y efectos inhibitorios sobre la producción de melanina se evaluó la capacidad de estos flavonoides y sus capacidades para inhibir la producción de tirosinasa y melanina. Estos resultados sugieren que los flavonoides aislados del *Artocarpus altilis* pueden ser antioxidantes candidatos y/o agentes blanqueadores de la piel interviniendo también en la eliminación de manchas.

Arias y Rodríguez (2014). Ellos “Evaluaron el efecto analgésico y antiinflamatorio del *Artocarpus Altilis* en animales de experimentación” (p.43). El mismo “tiene efecto analgésico a dosis dependiente y efecto antiinflamatorio superior al observado con el diclofenaco a dosis de 1500 mg/Kg” (p.88). Se verificó que existe actividad analgésica y antiinflamatoria del *Artocarpus altilis* (Frutipan).

Kamal et al. (2016), realizaron estudios para combatir la diabetes con la fruta de *Artocarpus Altilis*, usando ratas albinas, concluyendo que el consumo de la dieta en base a las frutas *Artocarpus altilis* mejorar los índices de función hepática y renal.

## METODOLOGÍA

La investigación fue experimental y se evidenció a través del estudio fitoquímico la presencia de varios compuestos bioactivos de interés biológico entre los que se destaca la presencia de flavonoides en el extracto de las hojas del frutipan, responsables para la cicatrización de heridas.

Para el abastecimiento de la materia prima se contó con el apoyo de la asociación de productores y comercializadores de Frutipan (*Artocarpus altilis*), de la provincia de Napo, en el Cantón Muyuna, el cual cuenta con una producción de 2 hectáreas de árboles y que específicamente se dedican a la producción y comercialización de la fruta de pan sin considerar la industrialización de sus hojas.

Para la recolección de las hojas se siguió el protocolo de cosecha de hojas de tamaño promedio de 55 x 35 centímetros, de acuerdo a la guía de ingenieros agrónomos de la asociación, utilizando materiales específicos para la cosecha, el cual se obtienen hojas tiernas en el grado intermedio de maduración observándose las que cumplen con el requerimiento de calidad, las hojas fueron colocados en fundas de polipropileno, para después ser embarcadas y transportadas en un vehículo, guardando todas las seguridades para evitar exudaciones y daños en la materia prima y que sean transportadas de manera adecuada, hacia el lugar donde la misma va a hacer procesada.

Se realizó el acopio de la materia prima en gavetas plásticas y se procedió a pesarla (5 Kg) de Hojas en una báscula romana de columna, luego se clasificó seleccionando las hojas que estaban en óptimas condiciones para el procesamiento, cumpliendo las siguientes características; Índice de madurez de las hojas, hojas secas o dañadas, hojas rotas y que no cumplan con aspectos de calidad, posterior a ello se efectuó un lavado con agua potable y a una temperatura ambiente, en el cual se añade hipoclorito de sodio al 10 % en cantidad de 50 ml en cada 100 litros de agua y con la ayuda de un cepillo de cerdas plásticas suaves, se realiza una limpieza suave, para eliminar residuos y agentes contaminantes como excremento de aves, insectos muertos, insectos vivos, telarañas y además para desinfectar las hojas y dejarlas listas para iniciar el procesamiento de las mismas, posterior a ello se las lleva a unas mesas de acero inoxidable AISI 304 para alimentos para que se escurran y se elimine el exceso de agua.

Se pesan exactamente 5g de la hoja de ensayo previamente pulverizada y tamizada, y se transfieren a un erlenmeyer de 250 mL. Se añaden 100 mL del disolvente, se tapa y se agita durante 6h, dejándose en reposo hasta el día siguiente; se agita 30 min, se deja reposar alrededor de media hora” más y se filtra por papel. Se toma una alícuota de 20 mL que se transfiere a una cápsula previamente tarada. Se evapora sobre baño de agua se deseca en estufa a 105 °C durante 3h, se enfría y se pesa. Para los cálculos se utiliza la siguiente ecuación:

$$S = \frac{R.500.100}{M. (100-H)}$$

Donde:

S = Sustancias solubles (%)

H = Humedad de la muestra (%)

500 y 100 = factores matemáticos para los cálculos.

R = Residuo de la muestra (g)

M = Masa de la muestra (g)

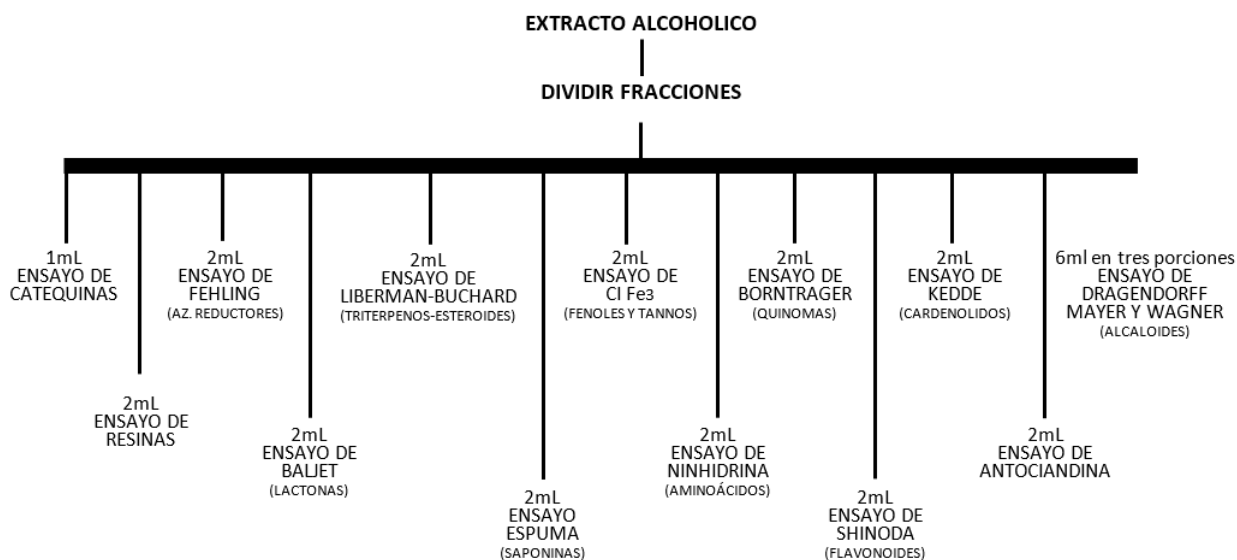
Una vez que las hojas se han escurrido bajo sombra, fueron trasladadas a un secador para alimentos a una temperatura entre 15°C y 18°C y una Humedad relativa del 64% para evitar la degradación de

algunos componentes presentes en las hojas, dejarlas secar por un tiempo de siete días o hasta obtener una humedad del 8 % pero sin perder o alterar sus características, cuando las hojas alcancen el 8% de humedad, se procede a molerlas las hojas en un molino eléctrico industrial Alpine (160 upz) 1 min por 1 kg de hoja seca, después de realizar la molienda se efectuó un cernido con la ayuda de un tamiz 210  $\mu\text{m}$  (No. 70). Este proceso se realizó para lograr uniformidad en el tamaño de partícula obteniéndose un polvo listo para la maceración en una solución hidroalcohólica en relación 80 /20; 80 % Alcohol y 20 % agua.

1. Se pesó 1.5 Kg de las hojas secas y molidas, y se colocó en un recipiente de vidrio color ámbar, al cual primeramente se desengrasó con hexano grado alimenticio, para luego someter a maceración con una mezcla hidroalcohólica (80:20).
2. Se dejó macerar en un lugar fresco y con oscuridad por 72 horas revolviendo el material frecuentemente. Se obtuvo el extracto hidroalcohólico en relación (80:20), 80 % alcohol y 20 % Agua, empleando la Metodología de Miranda y Cuéllar (2001) y Sharapin (2000).
3. Se filtró y luego se concentró el extracto en un Rotavapor Yamato Water Bath BM 500 a 65 °C por 5 horas, posteriormente realizando análisis de control de calidad del extracto obtenido, el extracto se lo colocara en recipientes donde se congelarán a -25°C por 24 horas, a continuación, los recipientes con las muestras se las colocara en la cámara de sublimación y se conecta el vacío, luego se procederá a realizar el proceso de liofilización por un periodo de 24 horas en un equipo Ilshin América TFD 8501 a -55°C.

Estudio fitoquímico: una vez obtenido el extracto se procedió a realizarlo, tomándose varias alícuotas del extracto y siguiéndose el procedimiento según Miranda y Cuéllar (2001) se realizaron las siguientes pruebas. Como se aprecia en la tabla 2.

**Tabla 2.** Estudio fitoquímico



Fuente: Miranda y Cuéllar (2001)

## RESULTADOS Y CONTRATACIÓN

**Ensayo de Dragendorff:** Admite reconocer en un análisis la representación de alcaloides.

*A una alícuota de extracto etanólico, lipídico y alcaloidal evaporar en baño de agua y el residuo redissolverlo en 1 mL de ácido clorhídrico al 1 % en agua. A esta solución*



*acuosa ácida se añade 3 gotas del reactivo de Dragendorff, considerándose positivo si hay opalescencia (+), turbidez definida (++), precipitado (+++).*

**Ensayo de Mayer:** Accede reconocer en un compendio la representación de alcaloides.

*Se procede de la forma descrita anteriormente, hasta obtener la solución ácida. Se añade una pizca de cloruro de sodio en polvo, se agite y filtra. Se añade 2 ó 3 gotas de la solución reactiva de Mayer, si se observa opalescencia (+), Turbidez definida (++), precipitado coposo (+++).*

*Observación: En el caso de alcaloides cuaternarios y/o amino-óxidos libres, éstos solo se encontrarán en el extracto acuoso y para considerar su presencia la reacción debe ser (++) o (+++), en todos los casos, un resultado (+), puede provenir de una extracción incompleta de bases primarias, secundarias o terciarias.*

**Ensayo de Wagner:** Admite reconocer en un compendio si hay alcaloides.

*Se parte al igual que en los casos anteriores de la solución ácida, añadiendo 2 o 3 gotas del reactivo, clasificando los resultados de la misma forma.*

**Ensayo de Baljet:** Admite reconocer si hay Coumarinas.

*A una alícuota de extracto etanólico, lipídico y alcaloidal adicionar 1 mL del reactivo Baljet, considerándose un positivo la aparición de coloración o precipitado rojo (++) y (+++) respectivamente.*

**Ensayo de Borntrager:** Accede reconocer en un análisis si quinonas.

*A una alícuota de extracto etanólico y lipídico evaporar en baño de agua y el residuo re disolverlo en 1 mL de cloroformo. Adicionar 1 mL de hidróxido de sodio al 5 % en agua. Agitar mezclando las fases y dejar en reposo hasta su separación. Si la fase acuosa alcalina (superior) se colorea de rosado o rojo, el ensayo se considera positivo. Coloración rosada (++) , coloración roja (+++).*

**Ensayo de Liebermann-Burchard:** Permite reconocer en un extracto la presencia de triterpenos y/o esteroides. A una alícuota de extracto etanólico, lipídico y alcaloidal evaporar en baño de agua y el residuo redisolverlo en 1 mL de cloroformo. Adicionar 1 mL de anhídrido acético mezclar bien y por la pared del tubo de ensayo dejar resbalar 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar. Un ensayo positivo se tiene por un cambio muy rápido de coloración: Rosado-azul, verde intenso, verde oscuro-negro-final de la reacción.

**Ensayo de Fehling:** Permite reconocer en un extracto la presencia de azúcares reductores.

*A una alícuota de extracto etanólico y lipídico evaporar en baño de agua y el residuo redisolverlo en 1 mL de agua. Adicionar 2 mL del reactivo y calentar en baño de agua de 5 a 10 minutos. El ensayo se considera positivo si la solución se colorea de rojo o aparece precipitado rojo.*

**Ensayo del cloruro férrico:** Permite reconocer en un extracto la presencia de compuestos fenólicos y/o taninos.

*A una alícuota de extracto etanólico y lipídico adicionar 3 gotas de una solución de tricloruro férrico al 5 % en solución salina fisiológica. Un ensayo positivo indica la presencia de compuestos fenólicos si existe una coloración rojo-vino, si hay coloración verde intensa taninos del tipo pirocatecólicos; y una coloración azul si son taninos del tipo pirogalotánicos.*

**Ensayo de la ninhidrina:** Permite reconocer en un extracto la presencia de aminoácidos libres o de aminas en general. A una alícuota de extracto etanólico y lipídico evaporar en baño de agua y el residuo redisolverlo con 2 mL de solución al 2 % de ninhidrina en agua. La mezcla se calienta de 5

a 10 minutos en baño de agua. Este ensayo se considera positivo cuando se observa un color azul violáceo.

**Ensayo de Shinoda:** Permite reconocer en un extracto la presencia de flavonoides.

A una alícuota de extracto etanólico y lipídico evaporar en baño de agua y el residuo redisolverlo con 1 mL de ácido clorhídrico concentrado y un pedacito de cinta de magnesio metálico. Después de la reacción, esperar 5 minutos, añadir 1 mL de alcohol amílico, se mezclan las fases y se deja reposar hasta que se separen. El ensayo se considera positivo, cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, carmelita o rojo; intensos en todos los casos.

**Ensayo de catequinas:** Permite reconocer en un extracto la presencia de Catequinas, para ello, se toma una gota de la solución alcohólica obtenida con la ayuda de un capilar se aplique la solución sobre papel de filtro. Sobre la mancha se aplica solución de carbonato de sodio. La aparición de una mancha verde carmelita a la luz UV, indica un ensayo positivo.

**Ensayo de Resinas:** Para detectar este tipo de compuesto, se adiciona a 2 mL de la solución alcohólica, 10 mL de agua destilada. La aparición de un precipitado, indica un ensayo positivo.

**Ensayo de Espuma:** Permite reconocer en un extracto la presencia de saponinas, tanto del tipo esteroidal como triterpénica. Si la alícuota se encuentra en alcohol, se diluye con 5 veces su volumen en agua y se agita la mezcla fuertemente durante 5-10 minutos. El ensayo se considera positivo si aparece espuma de más de 2 mm de altura en la superficie del líquido y esta persiste por más de 2 minutos.

**Ensayo Kedde:** Permite reconocer en un extracto la presencia de glicósidos cardiotónicos. Una alícuota del extracto en etanol se mezcla con 1 mL del reactivo y se deja reposar durante 5-10 minutos. Un ensayo positivo se tiene cuando se una coloración violácea, persistente durante 1-2 horas. El reactivo de Kedde se prepara de la siguiente forma:

*Solución 1: Ácido 3.5-dinitrobenzónico al 2% en metanol.*

*Solución 2: Hidróxido de potasio al 5.7% en agua.*

*Las soluciones se tienen preparadas de forma independiente y se mezclan iguales volúmenes justo en el momento de realizar el ensayo. Dicha mezcla es la que se adiciona a la alícuota a evaluar.*

### ***Cromatografía en capa fina***

Los perfiles cromatográficos de los extractos etanólicos se establecieron empleando cromatografía de capa fina (TLC), utilizando como fase estacionaria cromatoplas de aluminio Kiesegel 60 F254 (0.25 mm, Merck).

Análisis de Flavonoides: sistema de elución una mezcla de éter de petróleo y acetato de etilo (7:3) (grado HPLC).

La detección se llevó a cabo con luz ultravioleta a longitudes de onda corta (254 nm) y larga (310 nm) y mediante aspersion de la placa con revelador universal (mezcla de ácido sulfúrico: etanol, 1:10 v/v) y posterior calentamiento.

El resultado de este análisis se evidencia la presencia de flavonoides en el extracto de las hojas del frutipán (*Artocarpus altilis*) proveniente de la zona oriental del Ecuador como se detalla en la siguiente tabla 3.



**Tabla 2.** Grupos fitoquímicos encontrados en el extracto hidroalcohólico de las hojas de *A. altilis*

Tipo de compuesto	Reactivo	Reacción positiva	Extracto alcohólico de las hojas de <i>a. Altilis</i>
Alcaloides	Wagner Mayer Dragendorff	Opalescencia, Turbidez, precipitado marrón Opalescencia, Turbidez. precipitado crema Opalescencia, Turbidez, precipitado naranja -	- - -
Lactonas y Coumarinas	Baljet	Coloración roja (++) o Precipitado rojo (+++)	+
Triterpenos y Esteroles	Lieberman-Burchard	Por un cambio rápido de coloraciones que va: 1.- Rosa- azul muy rápido 2.- Verde intenso- visible rápido 3.- Verde oscuro- negro final de la reacción	+++
Azúcares Reductores	Fehling	Coloración o precipitado rojo	++
Fenoles y Taninos	FeCl <sub>3</sub>	1.- Coloración rojo- vino (comp. Fenólicos en general) 2.- Coloración verde intensa (taninos del tipo pirocatecólicos) 3.- Coloración azul (taninos del tipo pirogalotánicos)	+++
Flavonoides	Shinoda	Coloraciones: amarillo, naranja, carmelita o rojo	+++
	Ensayo de Antocianidinas	Coloración rojo- marrón	+++
Saponinas	Ensayo de la espuma	Formación de espuma y su permanencia por 2 min. Mínimo	+
Aminoácidos Libres	Ninhidrina	Coloración azul violáceo.	+
Glicósidos Cardiotónicos	Ensayo de Kedde	Coloración violácea	-
Quinonas	Borntrager	Coloración rosada (++) , roja (+++)	+
<p>Los resultados se reportan de la siguiente manera: +++ cuando la presencia del metabolito secundario es abundante; + ó ++ para poco o escaso y – cuando las reacciones han sido negativas, lo que indica ausencia del compuesto.</p> <p>Fuente: Elaboración propia</p>			

### **Contrastación**

Luego del estudio fitoquímico del extracto de las hojas del frutipan, se determinó la presencia de flavonoides responsables de la cicatrización de heridas (las que están en la tabla 2 con 3 cruces), lo que va a permitir la elaboración de productos con propiedades curativas.

Esto contribuirá a que otras entidades desarrollen productos de uso terapéutico y medicinal (ungüentos, geles, jarabes, filtrantes, entre otros).

## **CONCLUSIONES**

De acuerdo con el estudio fitoquímico realizado en el extracto de las hojas de frutipan (*Artocarpus altilis*) se evidenció la presencia de compuestos bioactivos de interés biológico especialmente la presencia de flavonoides, responsables del proceso de cicatrización de heridas

Por su efecto antimicrobiano y antiinflamatorio se podría desarrollar y elaborar nuevos productos para uso terapéutico y medicinal en el tratamiento de diversas pandemias que se producen en el ser humano, de manera tópica o por vía oral.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Ansaloni, R., Wilches, I., León, F., Orellana, F., Peñaherrera, F., Tobar, V., y Witte, P. (2010). Estudio preliminar sobre plantas medicinales utilizadas en algunas comunidades de las provincias de Azuay, Cañar y Loja, para afecciones del aparato gastrointestinal. *Revista Tecnológica - ESPOL*. 23(1), 89-97 Recuperado de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/viewFile/40/12>
- Arias, C., y Rodríguez, M. (2014). Caracterización Fitoquímica y Evaluación de la Actividad Cicatrizante de la corteza de Yumbinga (*Terminalia amazonia*) (J.F.Gmel)Exell. (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, sede de Quito. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7257/1/QT06117.pdf>
- Bermúdez, A., Oliveira, M., & Velázquez, D. (2005). La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *Asociación Interciencia*, 30(8), 453-459. Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442005000800005](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000800005)
- Castro, D. (2013). Cultivo y producción de plantas aromáticas y medicinales. Antioquia, Colombia. Rionegro.
- Cerón, Carlos. (2006). Plantas medicinales de los Andes ecuatorianos. *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Recuperado de <https://beisa.au.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdf/Capitulo%2018.pdf>
- Crane, J., y Balerdi, C. (2000). La Jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam) en Florida. Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida. Recuperado de <https://docplayer.es/20913446-La-jaca-artocarpus-heterophyllus-lam-en-florida-1-descripcion-j-h-crane-y-c-f-balerdi-2-3.html>
- Ehsan, S., Hossein, A., & Sattar, S. (2012). Regulatory TGACG-motif may elicit the secondary metabolite production through inhibition of active Cyclin-dependent kinase/Cyclin complex. *Plant Omics Journal*, 5(6), 553-558 Recuperado de: [https://www.pomics.com/sadeghnejad\\_5\\_6\\_2012\\_553\\_558.pdf](https://www.pomics.com/sadeghnejad_5_6_2012_553_558.pdf)

- Gómez, H., Germosen-Robineau, L., y Nossin, E. (2009). Estudio etnofarmacológico de las plantas medicinales usadas en el Caribe colombiano. ARFO Editores e Impresos Ltda. Diálogo de saberes previos: plantas medicinales, salud y cosmovisiones (pp.135-154). Universidad. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/11052471.pdf>
- Hernández, A., Bautista, S., & Velásquez del Valle, M. (2007). Prospectiva de extractos vegetales para controlar enfermedades postcosecha. Revista Fitotecnica Mexicana, 30(2), 119-123. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/610/61030202.pdf>
- Jagtap, U. B., y Bapat, V. A. (2010). *Aerocarpus*: A review of its traditional uses Phytochemistry and Pharmacology. Journal of Ethnopharmacology, 129(2), 142-166. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.03.031>
- Jurjus, A., Atiyeh, B., Abdallah, I., Jurjus, R., Hayek, S., Jaoude, M. y Tohme, R. (2007). Modulación farmacológica de la cicatrización de heridas en quemaduras experimentales. Journal of Burns, 3(7), 892-907 Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.burns.2006.10.406>
- Juro, S., Flores, V., Mendoza, Y., y Carpio, C. (2010). Efecto cicatrizante de las diferentes foras farmacéuticas tópicas elaboradas con el extracto huidoalcohólico de *Junglans neotropica* Diels “nogal” en ratones albinos. Folia Dermatol, 21(1), 20-23. Recuperado de [https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/folia/vol21\\_n1/pdf/a04v21n1.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/folia/vol21_n1/pdf/a04v21n1.pdf)
- Kamal, T., Muzammil, A., Akintunde, R., y Nor, M. (2012). Investigation of antioxidant activity and phytochemical constituents of *Artocarpus altilis*. Journal of medicinal plant research, 6(26), 4354-4357. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/268383342\\_Investigation\\_of\\_antioxidant\\_activity\\_and\\_phytochemical\\_constituents\\_of\\_Artocarpus\\_altilis](https://www.researchgate.net/publication/268383342_Investigation_of_antioxidant_activity_and_phytochemical_constituents_of_Artocarpus_altilis)
- Kuklinski, C. (2000). Farmacogisia: Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. Barcelona: Omega.
- Medina, M. (2014). Evaluación antimicrobiana y aislamiento de metabolitos secundarios de la especie *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg. “árbol de fruta de pan” de la provincia de Zamora Chinchipe. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica particular de Loja. Recuperado de <https://1library.co/document/lzgx37qo-evaluacion-antimicrobiana-aislamiento-metabolitos-secundarios-artocarpus-parkinson-chinchipe.html>
- Mengarelli, R., Villanueva, O., Silvestri, A. Romero, C., Lorenzi, J., Calvo, L., & Bossert, S. (2014). Selección racional de apósitos en el manejo de herida en pie diabético. Flebología y linfología - lecturas vasculares (pp. 1367-1372). Recuperado de <https://www.aiach.org.ar/ckfinder/userfiles/files/2014-09-22-06.pdf>
- Miranda, M., y Cuéllar, A. (2001). Farmacognosia y Productos Naturales. La Habana. Ed. Felix Varela.
- Organismo Andino de Salud – Convenio Hipólito Unanue (2014). Plantas medicinales de la subregión Andina. Lima, ORAS-CONHU 200.
- Organización Mundial de la Salud (OMS - 2013). Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023. Recuperado de: [https://www.who.int/topics/traditional\\_medicine/WHO-strategy/es/](https://www.who.int/topics/traditional_medicine/WHO-strategy/es/)
- Ragone, D. (2006). *Artocarpus camansi* (breadnut). Recuperado de: <http://www.agroforestry.net/tti/A.camansi-breadnut.pdf>
- Shaparin, N. (2000). Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos. Santa Fé de Bogotá: Robberto Pinzon
- Tenorio, M. J. (2014). Elaboración de un recetario para el aprovechamiento del fruto de pan en la gastronomía. (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Recuperado de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11937/1/58605\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11937/1/58605_1.pdf)
- Vasugi, R., Sudhahar, D., & Anandarajagopal, K. (2012). Preliminary phytochemical investigation and screening of antimicrobial activity of leaf extracts of *Artocarpus altilis*. Asian Journal of Biological and life Sciences, 1(2), 104-107. Recuperado de: <https://www.ajbls.com/article/2012/1/2/104-107>